FUTURO

Hasta hace poco, el estudio de las pasiones era de exclusiva competencia del arte o de la psicología. Pero desde un tiempo a esta parte la biología está teniendo mucho que decir al respecto. Así, la adicción a las drogas legales e ilegales, el placer, la ira o el miedo son vistos de otro modo a partir de la comprensión cada vez mayor de los mecanismos cerebrales que los provocan. En este FUTURO, distintos expertos internacionales resumen aportes de sus disciplinas al estudio de las emociones y, por cierto, no dejan mucho lugar para el sentimentalismo.

Desarrollo sin conocimiento
Por Augusto Pérez Lindo

El estudio de las pasiones

EMOCION, DROGAS Y CEREBRO

Las emociones hay que buscarlas en el cerebro

LA DECADENCIA DEL COR



*Por Francisco Mora Teruel**

Hasta hace relativamente poco tiempo, el estudio de las pasiones (la emoción, la motivación, el placer) era un tema de análisis sólo asequible al artista, al pintor, al escritor, al escultor, al músico, y ya más distante, al filósofo, y después, al psicólogo. En los últimos 20 o 30 años lo ha sido también el científico experimental. Así las neurociencias se han ido adentrando en el conocimiento de cómo el cerebro elabora las emociones y el placer. Este conocimiento científico, más allá del conocimiento meramente descriptivo, ha permitido la posibilidad de evocar, interferir o cancelar las emociones tras actuar física o químicamente a través de las áreas y circuitos del cerebro que participan en su elaboración.

El cerebro es un complejo y heterogéneo universo plástico de conexiones de unas neuronas con otras. Por un lado, las conexiones se han establecido en el cerebro de los individuos como resultado del programa genético y la riqueza sensorial del medio ambiente en que habita. Por otro lado, la plasticidad del cerebro quiere indicar, a su vez, que estas conexiones, además, no son fijas, sino que pueden ser modificadas, bajo múltiples circunstancias, a lo largo de toda la vida. Todo ello quiere decir que el individuo ya incorpora, durante la construcción de su cerebro, tanto la carga genética recibida como, a través de un proceso dinámico, el mundo sensorial, afectivo, emocional y cultural (en el hombre) que lo rodea. Todo ello hace finalmente que en buena medida todos y cada uno de los individuos biológicos, y en grado máximo el individuo humano, sean diferentes y genuinos.

A ciertos niveles de estructura y función cerebral, y supuestas unas influencias sensoriales y afectivas normales, todos los individuos biológicos codifican en sus cerebros conductas y funciones que podríamos llamar personales o genuinas y otras que podríamos llamar universales. Entre estas últimas están la ingesta de alimentos, la ingesta de bebida, la sexualidad y otras menos básicas, pero igualmente importantes para el hombre y los animales superiores, como son, por ejemplo, el juego. Todas ellas llevan asociadas el fenómeno de la recompensa o, si se quiere, la sensación de placer. Paralelo a ello, y tan importante como lo primero, está el castigo. Ambos aspectos tienen un correlato directo en el cebrebro que se conoce como los sistemas cerebrales de recompensa y castigo.

CIRCUITOS

El individuo trabaja en aras a obtener lo que le gusta, lo que es placentero, y evitar lo que le produce desasosiego o castigo. Estos fenómenos, hasta hace muy poco *psicológicos*, tienen un correlato biológico puro, codificados en circuitos neuroquímicos y que se pueden evocar artificialmente por estímulos físicos o químicos aplicados directamente al cerebro.

Precisamente, de la relación placer y cerebro, quizás uno de los aspectos más importantes a señalar, al menos desde las perspectivas de enfoque de este artículo, sea el hecho de que las conexiones neuronales de las que hemos hablado sean de naturaleza química y no física. Quiere esto decir que una sustancia química, un neurotransmisor, es liberado por la terminal de una neurona y es esta sustancia la que conecta con la siguiente neurona, transmitiendo o transportando su

LOS RITMOS DEL DESEO

*Por José M. Delgado-García **

Una característica fundamental de los seres vivos es la tendencia a la repetición de los fenómenos o procesos fisiológicos que en ellos ocurren. Si se observa un proceso fisiológico en cualquier ser vivo, sea una bacteria o un leopardo, durante un tiempo suficiente, se podrá llegar a la conclusión de que no es constante en su expresión funcional, sino que períodos de actividad máxima alternan con otros períodos de actividad escasa o nula. Con ayuda de la instrumentación adecuada será fácil concluir también que la variación a lo largo del tiempo sigue un patrón o ritmo definible y cuantificable.

Ejemplos evidentes de procesos que varían en su expresión funcional a lo largo del tiempo son la actividad eléctrica de la corteza cerebral, el ritmo cardíaco, la respiración o la secreción de adrenalina por la médula adrenal. Otros fenómenos funcionales sometidos también, aunque de un modo menos evidente, a una expresión rítmica son el esfuerzo físico de un individuo a lo largo del día, su habilidad manipulativa, su capacidad intelectual e incluso su estado emocional.

A pesar de que fenómenos como el ciclo vigilia-sueño o la ingesta de alimentos presentan una alternancia o ritmicidad tan obvia que no requiere comprobación experimental, hasta la década del cincuenta no se inició el estudio científico de los ritmos biológicos, en particular de los relacionados con el ciclo nictameral, o sucesión de luz-oscuridad, producido por la rotación de la Tierra. Este olvido aparente se debió, con toda probabilidad, a la resistencia de los fisiólogos clásicos para aceptar la presencia de variaciones en los parámetros biológicos producidas por el ambiente geofísico. De hecho, uno de los pilares más sólidos de la fisiología, desde su nacimiento como ciencia experimental a finales del pasado siglo, fue el concepto de constancia del medio interno frente a las perturbaciones del medio externo.

El desarrollo de la cronobiología como ciencia que estudia la estructura temporal de los organismos se ha basado en la demostración de dos hechos fundamentales. Uno, que los fenómenos cíclicos observables en los seres vivos no son meras respuestas pasivas a los cambios que ocurren en el medio externo, como el ciclo nictameral o las variaciones estacionales, sino verdaderas adaptaciones, engastadas en el código genético, a los diversos ciclos temporales que acontecen en nuestro entorno. Y dos, que la misma naturaleza de los mecanismos reguladores, por estar realizados mediante lazos de retroalimentación, lleva implícita la tendencia a la oscilación. La oscilación aparece, normalmente, por el retraso temporal entre la detección del error y la generación de la orden correctora; esto es así tanto para los procesos bioquímicos que ocurren en el interior de una célula como para los mecanismos reguladores de origen nervioso o endocrino. Así pues, se puede considerar que los ritmos biológicos son adaptaciones heredables de los seres vivos al cambiante medio externo usando dos tipos de mecanismos: la presencia de osciladores internos que, a su vez y de forma generalizada, son una consecuencia de la actividad de la membrana plasmática, de las células excitables y la existencia de lazos de retroalimentación, los cuales tienden a oscilar cuando no están debidamente amortiguados.

Las células nerviosas de invertebrados y vertebrados disponen, en su membrana plasmática, de un amplio abanico de conductos o canales específicos para determinados iones, capaces, por su cinética de apertura y cierre, de conferir propiedades eléctricas oscilatorias de carácter autorrítmico. Estos osciladores naturales pueden conectarse con otros tipos neuronales formando redes oscilatorias. Los conjuntos de neuronas integrados en una red pueden funcionar bien como osciladores primarios, o marcapasos, o bien como osciladores secundarios o resonadores, que responden preferentemente a determinadas frecuencias. En la actualidad se conoce bastante bien la estructura y organización funcional de los osciladores primarios que generan ritmos como el circulatorio o fenómenos motores coordinados como andar, sobre todo en determinadas especies de invertebrados. Incluso se conoce la localización dentro del cerebro de las estructuras neuronales que regulan el ciclo vigilia-sueño en los mamíferos.

MEMORIA DEL FUTURO

El significado biológico de los biorritmos reside, probablemente, en que proporcionan un marco fiable para la organización temporal de los seres vivos en relación con el tiempo sideral. El ambiente que nos rodea cambia de modo continuo y cíclico de iluminación, temperatura, disponibilidad de agua y alimentos, etcétera, y es necesario, para sobrevivir, adaptarse a ello del modo más económico y eficaz posible. En general, los biorritmos representan una peculiar memoria de futuro, una forma de ordenar las tareas en el tiempo y de sintonizarlas con el momento más adecuado del entorno para la alimentación, estivación, hibernación, cortejo o cría. En este sentido existe una íntima relación entre los ritmos biológicos y la motivación, entendida ésta como la generación de comportamientos para saciar necesidades internas. Los estados motivacionales o deseos sólo se pueden saciar en momentos geofísicos, ecológicos y sociales determinados. Existen dos diseños básicos desde el punto de vista funcional para generar un deseo, por ejemplo el de beber agua. Uno, esperar a que los tejidos corporales alcancen un nivel mínimo de hidratación, comprobar dicho nivel mediante un sofisticado sistema de detectores, generar la necesidad interna o sensación de sed y, por último, activar el conjunto de conductas apetitivas y consumatorias precisas para colmar el deseo. Otro diseño consiste en disponer de un oscilador interno que de forma repetida avise de la necesidad de beber. En ambos casos la sed sólo se calmará si el conjunto de factores que representa el medio interno y el entorno es favorable, es decir, si hay agua disponible, no existen otras tareas más urgentes... y se puede beber. Pero, desde una perspectiva adaptativa, el segundo diseño parece menos arriesgado para la supervivencia que el primero, ya que no precisa llegar a una situación límite para que el deseo aparezca. La organización temporal a todos los niveles (célula, tejido, órgano, individuo, sociedad) permite la realización sucesiva y en sintonía con el ambiente de los cometidos más diversos, imposibles de realizar de forma simultánea y/o descoordinada. La motivación sería, pues, el resultado de la actividad coordinada de muy diversos osciladores internos, permitiendo elegir, entre muchos posibles, el comportamiento a realizar en cada momento.

* *Catedrático de Fisiología de la Universidad de Sevilla.*

Las emociones hay que buscarlas en el cerebro

LA DECADENCIA DEL CORAZON



*Por Francisco Mora Teruel**

EL PAIS de Madrid

Hasta hace relativamente poco tiempo, el estudio de las pasiones (la emoción, la motivación, el placer) era un tema de análisis sólo asequible al artista, al pintor, al escritor, al escultor, al músico, y ya más distante, al filósofo, y después, al psicólogo. En los últimos 20 o 30 años lo ha sido también el científico experimental. Así las neurociencias se han ido adentrando en el conocimiento de cómo el cerebro elabora las emociones y el placer. Este conocimiento científico, más allá del conocimiento meramente descriptivo, ha permitido la posibilidad de evocar, interferir o cancelar las emociones tras actuar física o químicamente a través de las áreas y circuitos del cerebro que participan en su elaboración.

El cerebro es un complejo y heterogéneo universo plástico de conexiones de unas neuronas con otras. Por un lado, las conexiones se han establecido en el cerebro de los individuos como resultado del programa genético y la riqueza sensorial del medio ambiente en que habita. Por otro lado, la plasticidad del cerebro quiere indicar, a su vez, que estas conexiones, además, no son fijas, sino que pueden ser modificadas, bajo múltiples circunstancias, a lo largo de toda la vida. Todo ello quiere decir que el individuo ya incorpora, durante la construcción de su cerebro, tanto la carga genética recibida como, a través de un proceso dinámico, el mundo sensorial, afectivo, emocional y cultural (en el hombre) que lo rodea. Todo ello hace finalmente que en buena medida todos y cada uno de los individuos biológicos, y en grado máximo el individuo humano, sean diferentes y genuinos.

A ciertos niveles de estructura y función cerebral, y supuestas unas influencias sensoriales y afectivas normales, todos los individuos biológicos codifican en sus cerebros conductas y funciones que podríamos llamar personales o genuinas y otras que podríamos llamar universales. Entre estas últimas están la ingesta de alimentos, la ingesta de bebida, la sexualidad y otras menos básicas, pero igualmente importantes para el hombre y los animales superiores, como son, por ejemplo, el juego. Todas ellas llevan asociadas el fenómeno de la recompensa o, si se quiere, la sensación de placer. Paralelo a ello, y tan importante como lo primero, está el castigo. Ambos aspectos tienen un correlato directo en el cebrebro que se conoce como los sistemas cerebrales de recompensa y castigo.

CIRCUITOS

El individuo trabaja en aras a obtener lo que le gusta, lo que es placentero, y evitar lo que le produce desasosiego o castigo. Estos fenómenos, hasta hace muy poco *psicológicos*, tienen un correlato biológico puro, codificados en circuitos neuroquímicos y que se pueden evocar artificialmente por estímulos físicos o químicos aplicados directamente al cerebro.

Precisamente, de la relación placer y cerebro, quizás uno de los aspectos más importantes a señalar, al menos desde las perspectivas de enfoque de este artículo, sea el hecho de que las conexiones neuronales de las que hemos hablado sean de naturaleza química y no física. Quiere esto decir que una sustancia química, un neurotransmisor, es liberado por la terminal de una neurona y es esta sustancia la que conecta con la siguiente neurona, transmitiendo o transportando su información o señal. Es este tipo de conexión química el que, una vez establecido entre varias (múltiples) neuronas a lo largo de las rutas del cerebro, forma lo que conocemos como circuitos cerebrales. Estos circuitos codifican patrones específicos de conducta.

La pregunta ahora es la siguiente: ¿dónde, en el cerebro, y qué circuitos elaboran esas sensaciones que llamamos placer?, ¿qué sustancias químicas, qué neurotransmisores, son activados de manera que movilizan los circuitos neuronales que codifican y evocan esas sensaciones?

En 1954, Olds y Milner demostraron algo para aquel entonces verdaderamente insólito. Durante sus investigaciones descubrieron en uno de sus animales, con un electrodo o alambre implantado en la profundidad del cerebro, que un estímulo o *shock* eléctrico, a través del mismo, no desorganizaba la conducta del animal o resultaba adversivo, sino, por el contrario, era placentero. Tanto que cuando se colocó una palanca conectada al sistema para que el animal pudiera manipularla a su antojo, éste no cesó de apretarla para así proveerse constantemente de estímulos eléctricos en esa parte de su cerebro. Este fenómeno se conoce como el fenómeno de autoestimulación cerebral. Se habían descubierto las zonas cerebrales del refuerzo o del placer.

A partir de entonces, y a lo largo de estos últimos 38 años, estudios múltiples han mostrado parte de los circuitos cerebrales y los neurotransmisores que participan en la elaboración de este tipo de conducta. Ello ha permitido el desarrollo de sustancias farmacológicas capaces de bloquear o interferir este fenómeno. Quizás una de las proyecciones en que más ha incidido este tipo de estudios ha sido en el aspecto experimental de la drogadicción, al permitir conocer, al menos parcialmente, y en animales, dónde, en el cerebro, y a través de qué neurotransmisores actúa la droga y, por correlato, atisbar en el cerebro del hombre dónde y cómo se elaboran las sensaciones de bienestar y placer.

Ello ha sido así al haberse podido demostrar que algunos de los sistemas neuroquímicos involucrados en la elaboración de la respuesta de autoestimulación son los mismos que participan y son esenciales en evocar la respuesta de refuerzo o placer en un animal cuando se autoadministra una droga. Esto último se ha podido demostrar con drogas tales como las anfetaminas, la cocaína o incluso la heroína.

PLANTAS ALUCINOGENAS

Es interesante que aun cuando todos estos estudios se han realizado en animales, éstos parecen enteramente extrapolables al hombre, en tanto que los animales, desde la rata al primate, parecen ser capaces de autoadministrarse libremente, y si se les da la oportunidad, las mismas drogas que el hombre, y no otras. Es curioso, además, que observaciones ocasionales han permitido demostrar que animales en completa libertad, y no bajo condiciones experimentadas de laboratorio, tienden a consumir drogas, como, por ejemplo, hacen las cabras de los Andes. El profesor Luis Hernández señalaba cómo estos animales consumen espontáneamente ciertas plantas, flores, como *campanitas*, que posteriormente, y por la conducta de los animales, se descubrió que contenían potentes alucinógenos. Quizás esta observación abogaría en favor de la tesis del profesor Michel Lemoal en el sentido de que la drogadicción, es decir, el refuerzo o la recompensa producidos por las drogas, bien podría obedecer en parte a la búsqueda innata en el hombre o en el animal de nuevas sensaciones que rompan el marco habitual diario en que desarrolla su existencia.

**Doctor en Neurociencias por la Universidad de Oxford y catedrático de Fisiología Humana de la Universidad Complutense de Madrid.*

LOS RITMOS DEL DESEO

*Por José M. Delgado-García **

Una característica fundamental de los seres vivos es la tendencia a la repetición de los fenómenos o procesos fisiológicos que en ellos ocurren. Si se observa un proceso fisiológico en cualquier ser vivo, sea una bacteria o un leopardo, durante un tiempo suficiente, se podrá llegar a la conclusión de que no es constante en su expresión funcional, sino que períodos de actividad máxima alternan con otros períodos de actividad escasa o nula. Con ayuda de la instrumentación adecuada será fácil concluir también que la variación a lo largo del tiempo sigue un patrón o ritmo definible y cuantificable.

Ejemplos evidentes de procesos que varían en su expresión funcional a lo largo del tiempo son la actividad eléctrica de la corteza cerebral, el ritmo cardíaco, la respiración o la secreción de adrenalina por la médula adrenal. Otros fenómenos funcionales sometidos también, aunque de un modo menos evidente, a una expresión rítmica son el esfuerzo físico de un individuo a lo largo del día, su habilidad manipulativa, su capacidad intelectual e incluso su estado emocional.

A pesar de que fenómenos como el ciclo vigilia-sueño o la ingesta de alimentos presentan una alternancia o ritmicidad tan obvia que no requiere comprobación experimental, hasta la década del cincuenta no se inició el estudio científico de los ritmos biológicos, en particular de los relacionados con el ciclo nictameral, o sucesión de luz-oscuridad, producido por la rotación de la Tierra. Este olvido aparente se debió, con toda probabilidad, a la resistencia de los fisiólogos clásicos para aceptar la presencia de variaciones en los parámetros biológicos producidas por el ambiente geofísico. De hecho, uno de los pilares más sólidos de la fisiología, desde su nacimiento como ciencia experimental a finales del pasado siglo, fue el concepto de constancia del medio interno frente a las perturbaciones del medio externo.

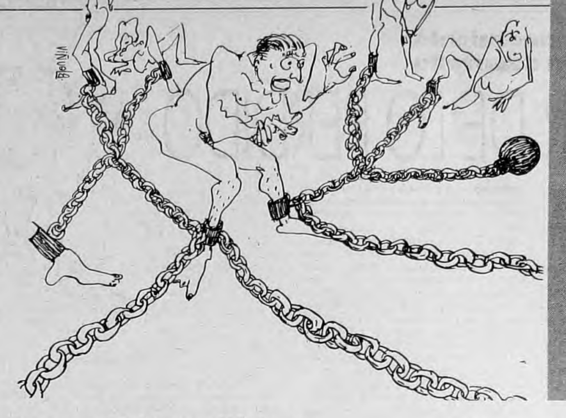
El desarrollo de la cronobiología como ciencia que estudia la estructura temporal de los organismos se ha basado en la demostración de dos hechos fundamentales. Uno, que los fenómenos cíclicos observables en los seres vivos no son meras respuestas pasivas a los cambios que ocurren en el medio externo, como el ciclo nictameral o las variaciones estacionales, sino verdaderas adaptaciones, engastadas en el código genético, a los diversos ciclos temporales que acontecen en nuestro entorno. Y dos, que la misma naturaleza de los mecanismos reguladores, por estar realizados mediante lazos de retroalimentación, lleva implícita la tendencia a la oscilación. La oscilación aparece, normalmente, por el retraso temporal entre la detección del error y la generación de la orden correctora; esto es así tanto para los procesos bioquímicos que ocurren en el interior de una célula como para los mecanismos reguladores de origen nervioso o endocrino. Así pues, se puede considerar que los ritmos biológicos son adaptaciones heredables de los seres vivos al cambiante medio externo usando dos tipos de mecanismos: la presencia de osciladores internos que, a su vez y de forma generalizada, son una consecuencia de la actividad de la membrana plasmática, de las células excitables y la existencia de lazos de retroalimentación, los cuales tienden a oscilar cuando no están debidamente amortiguados.

Las células nerviosas de invertebrados y vertebrados disponen, en su membrana plasmática, de un amplio abanico de conductos o canales específicos para determinados iones, capaces, por su cinética de apertura y cierre, de conferir propiedades eléctricas oscilatorias de carácter autorrítmico. Estos osciladores naturales pueden conectarse con otros tipos neuronales formando redes oscilatorias. Los conjuntos de neuronas integrados en una red pueden funcionar bien como osciladores primarios, o marcapasos, o bien como osciladores secundarios o resonadores, que responden preferentemente a determinadas frecuencias. En la actualidad se conoce bastante bien la estructura y organización funcional de los osciladores primarios que generan ritmos como el circulatorio o fenómenos motores coordinados como andar, sobre todo en determinadas especies de invertebrados. Incluso se conoce la localización dentro del cerebro de las estructuras neuronales que regulan el ciclo vigilia-sueño en los mamíferos.

MEMORIA DEL FUTURO

El significado biológico de los biorritmos reside, probablemente, en que proporcionan un marco fiable para la organización temporal de los seres vivos en relación con el tiempo sideral. El ambiente que nos rodea cambia de modo continuo y cíclico de iluminación, temperatura, disponibilidad de agua y alimentos, etcétera, y es necesario, para sobrevivir, adaptarse a ello del modo más económico y eficaz posible. En general, los biorritmos representan una peculiar memoria de futuro, una forma de ordenar las tareas en el tiempo y de sintonizarlas con el momento más adecuado del entorno para la alimentación, estivación, hibernación, cortejo o cría. En este sentido existe una íntima relación entre los ritmos biológicos y la motivación, entendida ésta como la generación de comportamientos para saciar necesidades internas. Los estados motivacionales o deseos sólo se pueden saciar en momentos geofísicos, ecológicos y sociales determinados. Existen dos diseños básicos desde el punto de vista funcional para generar un deseo, por ejemplo el de beber agua. Uno, esperar a que los tejidos corporales alcancen un nivel mínimo de hidratación, comprobar dicho nivel mediante un sofisticado sistema de detectores, generar la necesidad interna o sensación de sed y, por último, activar el conjunto de conductas apetitivas y consumatorias precisas para colmar el deseo. Otro diseño consiste en disponer de un oscilador interno que de forma repetida avise de la necesidad de beber. En ambos casos la sed sólo se calmará si el conjunto de factores que representa el medio interno y el entorno es favorable, es decir, si hay agua disponible, no existen otras tareas más urgentes... y se puede beber. Pero, desde una perspectiva adaptativa, el segundo diseño parece menos arriesgado para la supervivencia que el primero, ya que no precisa llegar a una situación límite para que el deseo aparezca. La organización temporal a todos los niveles (célula, tejido, órgano, individuo, sociedad) permite la realización sucesiva y en sintonía con el ambiente de los cometidos más diversos, imposibles de realizar de forma simultánea y/o descoordinada. La motivación sería, pues, el resultado de la actividad coordinada de muy diversos osciladores internos, permitiendo elegir, entre muchos posibles, el comportamiento a realizar en cada momento.

** Catedrático de Fisiología de la Universidad de Sevilla.*



Drogas lícitas e ilícitas

PARA SALIR DE LA RUTINA

*Por Michel Lemoal**

Los seres humanos han buscado drogas en todas las épocas y culturas por diversos motivos: recreativos, religiosos, médicos, culturales, etcétera. En realidad, en todas partes hay drogas potenciales, si bien a un producto determinado no se lo llega a considerar como tal hasta que sea identificado de este modo por una serie de individuos que desarrollan una necesidad de usarlo, una dependencia.

El término adicción se debería emplear de un modo más general que el referido al uso de drogas, puesto que la conducta de búsqueda de éstas se puede considerar como un caso particular de un fenómeno más complejo y generalizado, una forma de conducta inadaptada y patológica. El individuo que la padece está sometido a una inclinación tan fuerte que se podría decir que está atado a otra persona, a un objeto, a una creencia, al juego, al sexo, al alcohol o a experimentar sensaciones de peligro. La necesidad imperiosa de obtener sensaciones específicas se puede entender como una respuesta a un equilibrio homeostático en la que el estímulo, o la situación resultante, permite desplazar el aburrimiento, la depresión u otros sentimientos desagradables por otros más placenteros.

La investigación sobre las drogas y la adicción se enfoca de modo diferente en diversas sociedades. En Estados Unidos, por ejemplo, se beneficia del respaldo financiero y los recursos humanos canalizados por el National Institute of Drug Abuse y otras instituciones similares. En Europa, sin embargo, la cuestión de la droga está frecuentemente puesta en manos de psiquiatras y psicólogos, con una orientación fundamentalmente psicoanalítica y generalmente poco proclive a la investigación básica.

VARIAS DISCIPLINAS

Sin embargo, los problemas que suscita la drogadicción son multidisciplinarios por naturaleza. Para su investigación se debería tener presente que no hay proceso psicológico o cognoscitivo que no se corresponda de algún modo (aunque no se comprenda en su totalidad todavía) con fenómenos del funcionamiento cerebral, existiendo una constante interacción dinámica entre los procesos psicológicos y los neurobiológicos. Por ello, ningún enfoque unilateral podrá resolver el problema; el conocimiento de los epidemiólogos, sociólogos y psicopatólogos deberá combinarse con el biológico y neurológico desde el nivel molecular al integrador del conjunto del organismo. Los progresos de la genética conductual, por ejemplo, han aportado nuevas interpretaciones sobre la vulnerabilidad a las drogas. Otros estudios han proporcionado importantes datos sobre las bases biológicas de la acción de las sustancias de abuso, de placer y de la inadaptación, suministrando, en consecuencia, orientaciones para la búsqueda de antídotos farmacológicos.

Hemos aprendido dónde actúan muchas drogas, tanto en el nivel celular como en el molecular. Las de la familia de los psicoestimulantes (anfetaminas, cocaína) activan un grupo de neuronas llamadas catecolaminérgicas, cuya localización, proyecciones y funcionamiento se han estudiado durante los últimos 25 años. Las drogas de la familia de los opiáceos (morfina, heroína, etcétera) actúan sobre los llamados sistemas opioides y sus receptores, de las que también se conoce bastante sobre su localización y fisiología; curiosamente, se sabe muy poco sobre las poderosas drogas legales que son el alcohol y el tabaco. No obstante, se necesitan más investigaciones, en especial acerca de los mecanismos neurobiológicos de fenómenos como el placer, que refuerza la conducta de toma de drogas, y de los procesos que conducen a la dependencia. Es también necesario comprender si hay un sistema neuronal distinto para cada clase de droga o si se trata de una vía común final que se activa por diferentes mecanismos. La carencia de droga puede llevar, en los adictos, al llamado síndrome de abstinencia, una violenta combinación de manifestaciones físicas y psíquicas (una muy conocida es el *delirium tremens* de los alcohólicos).

El conocimiento sobre los aspectos sociológicos y epidemiológicos de la adicción es muy escaso. Suele haber ciclos de abuso de sedantes y estimulantes. Por ello no sería extraño que a la actual epidemia de cocaína le siguiera otra fase de heroína / sedantes. De la historia reciente (último siglo) no hemos logrado aprender una base científica adecuada que nos sirva para hacer frente al abuso de drogas. Hemos asistido a una ola tras otra de nuevos sedantes reputados al inicio como *no adictivos*. Al principio de cada epidemia de psicoestimulantes, los profesionales sanitarios, sociólogos y consumidores creían que estos productos eran inofensivos y útiles. No hace más de 10 años se afirmaba esto sobre la cocaína, lo mismo que se pensaba sobre las anfetaminas en los años cincuenta, cuando se podían adquirir sin receta.

Nuestra incapacidad de aprender de la historia se debe a que nos falta el marco conceptual adecuado. Se requieren estudios a largo plazo que permitan diferenciar los estudios del desarrollo de la adicción para comprender la relación existente entre las distintas fases del síndrome y sus mecanismos subyacentes: entre la farmacodinamia, la dosificación y las vías de administración. Ello permitiría, por ejemplo, comprender la dinámica de la transición del uso esporádico inicial de dosis moderadas de cocaína a su abuso incontrolado más adelante. Todavía no podemos predecir quién, y por qué, sucumbirá a la drogadicción; he aquí dos importantes problemas que no se han considerado suficientemente, el de las diferencias individuales y el de los factores de riesgo en el nivel psicobiológico. Es preciso recordar que una determinada conducta, tipología o personalidad es el resultado en gran parte de un determinado estado de un sistema nervioso actuando en un entorno dado. Tal estado funcional del cerebro se ha adquirido a lo largo de toda la vida, incluido el período prenatal, durante el que han ocurrido diversos acontecimientos, entre ellos las situaciones estresantes, que han dejado su huella. Ello se puede manifestar en varias circunstancias, especialmente cuando amenazan el mantenimiento del estado homeostático adecuado.

FACTORES DEL ENTORNO

En alguna medida, factores del entorno social, como los períodos de depresión moral y económica, así como los acontecimientos lesivos que ocurren en la vida del individuo pueden suponer estímulos incapaces de afrontar para el cerebro. Pueden de este modo precipitar la aparición de síndromes psicopatológicos y de conductas consumatorias (de comida o bebida, por ejemplo) y de toma de drogas, sean recetadas o de la calle. Estas conductas tienen un papel de autoterapia y suponen una respuesta a un desequilibrio previo, a una confusa pero apremiante necesidad del organismo.

Para poder identificar a los individuos más propensos que otros a la drogadicción, se está intentando definir una tipología humana, tipificando sus rasgos psicológicos y biológicos característicos. Hay en marcha varias investigaciones en esta dirección, habiéndose encontrado correlaciones entre varios parámetros endocrinológicos, neurobiológicos y psicológicos frecuentes en las personalidades de mayor riesgo. Estas serían las llamadas *buscadoras de sensaciones (sensation seeker)*, pudiendo ser congénitas o adquiridas. Se caracterizan por la búsqueda permanente de nuevas sensaciones, desde situaciones peligrosas hasta juegos de azar. Tales estudios están comenzando a aportar nuevos marcos conceptuales: se ha dicho que la drogadicción existe porque hay drogas. Pero si éstas no existiesen con anterioridad, los seres humanos las habrían inventado, o desarrollado comportamientos para responder a necesidades profundas, para *autocurarse*. La búsqueda de sensaciones es una respuesta necesaria a algunos estados, aún no definidos, que son los que convierten a un sujeto en adicto. Por ello existen drogas legales, como el tabaco, el alcohol y una larga lista de medicamentos a la espera de adquirir la consideración de *drogas*.

** Catedrático y director de la Unidad de Psicobiología de los Comportamientos Adaptativos en la Universidad de Burdeos II (Francia).*

AZON

nformación o señal. Es este tipo de cone-ión química el que, una vez establecido en-re varias (múltiples) neuronas a lo largo de as rutas del cerebro, forma lo que conoce-nos como circuitos cerebrales. Estos circui-os codifican patrones específicos de conduc-a.

La pregunta ahora es la siguiente: ¿dón-de, en el cerebro, y qué circuitos elaboran esas sensaciones que llamamos placer?, ¿qué sustancias químicas, qué neurotransmisores, son activados de manera que movilizan los circuitos neuronales que codifican y evocan esas sensaciones?

En 1954, Olds y Milner demostraron algo para aquel entonces verdaderamente insóli-to. Durante sus investigaciones descubrieron en uno de sus animales, con un electrodo o alambre implantado en la profundidad del cerebro, que un estímulo o *shock* eléctrico, a través del mismo, no desorganizaba la con-ducta del animal o resultaba adversivo, si-no, por el contrario, era placentero. Tanto que cuando se colocó una palanca conecta-da al sistema para que el animal pudiera ma-nipularla a su antojo, éste no cesó de apre-tarla para así proveerse constantemente de estímulos eléctricos en esa parte de su cere-bro. Este fenómeno se conoce como el fe-nómeno de autoestimulación cerebral. Se ha-bían descubierto las zonas cerebrales del re-fuerzo o del placer.

A partir de entonces, y a lo largo de estos últimos 38 años, estudios múltiples han mos-trado parte de los circuitos cerebrales y los neurotransmisores que participan en la ela-boración de este tipo de conducta. Ello ha permitido el desarrollo de sustancias farma-cológicas capaces de bloquear o interferir es-te fenómeno. Quizás una de las proyeccio-nes en que más ha incidido este tipo de estu-dios ha sido en el aspecto experimental de la drogadicción, al permitir conocer, al me-nos parcialmente, y en animales, dónde, en el cerebro, y a través de qué neurotransmi-sores actúa la droga y, por correlato, atis-bar en el cerebro del hombre dónde y cómo se elaboran las sensaciones de bienestar y pla-cer.

Ello ha sido así al haberse podido demos-trar que algunos de los sistemas neuroqui-micos involucrados en la elaboración de la respuesta de autoestimulación son los mis-mos que participan y son esenciales en evo-car la respuesta de refuerzo o placer en un animal cuando se autoadministra una droga. Esto último se ha podido demostrar con dro-gas tales como las anfetaminas, la cocaína o incluso la heroína.

PLANTAS ALUCINOGENAS

Es interesante que aun cuando todos es-tos estudios se han realizado en animales, és-tos parecen enteramente extrapolables al hombre, en tanto que los animales, desde la rata al primate, parecen ser capaces de autoadministrarse libremente, y si se les da a oportunidad, las mismas drogas que el hombre, y no otras. Es curioso, además, que observaciones ocasionales han permitido de-mostrar que animales en completa libertad, y no bajo condiciones experimentadas de la-boratorio, tienden a consumir drogas, como, por ejemplo, hacen las cabras de los Andes. El profesor Luis Hernández señalaba cómo estos animales consumen espontáneamente ciertas plantas, flores, como *campanitas*, que posteriormente, y por la conducta de los ani-males, se descubrió que contenían potentes alucinógenos. Quizás esta observación abo-aría en favor de la tesis del profesor Michel Lemoal en el sentido de que la drogadic-ión, es decir, el refuerzo o la recompensa producidos por las drogas, bien podría obe-lecer en parte a la búsqueda innata en el hombre o en el animal de nuevas sensacio-es que rompan el marco habitual diario en ue desarrolla su existencia.

Doctor en Neurociencias por la Universidad e Oxford y catedrático de Fisiología Humana e la Universidad Complutense de Madrid.



Drogas lícitas e ilícitas

PARA SALIR DE LA RUTINA

Por Michel Lemoal*

Los seres humanos han buscado drogas en todas las épocas y culturas por diversos motivos: recreativos, religiosos, médicos, culturales, etcétera. En realidad, en todas partes hay drogas potenciales, si bien a un producto determinado no se lo llega a considerar como tal hasta que sea identificado de este modo por una serie de individuos que desarrollan una necesidad de usarlo, una dependencia.

El término adicción se debería emplear de un modo más general que el referido al uso de drogas, puesto que la conducta de búsqueda de éstas se puede considerar como un caso particular de un fenómeno más complejo y generalizado, una forma de conducta inadaptada y patológica. El individuo que la padece está sometido a una inclinación tan fuerte que se podría decir que está atado a otra persona, a un objeto, a una creencia, al juego, al sexo, al alcohol o a experimentar sensaciones de peligro. La necesidad imperiosa de obtener sensaciones específicas se puede entender como una respuesta a un equilibrio homeostático en la que el estímulo, o la situación resultante, permite desplazar el aburrimiento, la depresión u otros sentimientos desagradables por otros más placenteros.

La investigación sobre las drogas y la adicción se enfoca de modo diferente en diversas sociedades. En Estados Unidos, por ejemplo, se beneficia del respaldo financiero y los recursos humanos canalizados por el National Institute of Drug Abuse y otras instituciones similares. En Europa, sin embargo, la cuestión de la droga está frecuentemente puesta en manos de psiquiatras y psicólogos, con una orientación fundamentalmente psicoanalítica y generalmente poco proclive a la investigación básica.

VARIAS DISCIPLINAS

Sin embargo, los problemas que suscita la drogadicción son multidisciplinarios por naturaleza. Para su investigación se debería tener presente que no hay proceso psicológico o cognoscitivo que no se corresponda de algún modo (aunque no se comprenda en su totalidad todavía) con fenómenos del funcionamiento cerebral, existiendo una constante interacción dinámica entre los procesos psicológicos y los neurobiológicos. Por ello, ningún enfoque unilateral podrá resolver el problema; el conocimiento de los epidemiólogos, sociólogos y psicopatólogos deberá combinarse con el biológico y neurológico desde el nivel molecular al integrador del conjunto del organismo. Los progresos de la genética conductual, por ejemplo, han aportado nuevas interpretaciones sobre la vulnerabilidad a las drogas. Otros estudios han proporcionado importantes datos sobre las bases biológicas de la acción de las sustancias de abuso, de placer y de la inadaptación, suministrando, en consecuencia, orientaciones para la búsqueda de antídotos farmacológicos.

Hemos aprendido dónde actúan muchas drogas, tanto en el nivel celular como en el molecular. Las de la familia de los psicoestimulantes (anfetaminas, cocaína) activan un grupo de neuronas llamadas catecolaminérgicas, cuya localización, proyecciones y funcionamiento se han estudiado durante los últimos 25 años. Las drogas de la familia de los opiáceos (morfina, heroína, etcétera) actúan sobre los llamados sistemas opioides y sus receptores, de las que también se conoce bastante sobre su localización y fisiología; curiosamente, se sabe muy poco sobre las poderosas drogas legales que son el alcohol y el tabaco. No obstante, se necesitan más investigaciones, en especial acerca de los mecanismos neurobiológicos de fenómenos como el placer, que refuerza la conducta de toma de drogas, y de los procesos que conducen a la dependencia. Es también necesario comprender si hay un sistema neuronal distinto para cada clase de droga o si se trata de una vía común final que se activa por diferentes mecanismos. La carencia de droga puede llevar, en los adictos, al llamado síndrome de abstinencia, una violenta combinación de manifestaciones físicas y psíquicas (una muy conocida es el *delirium tremens* de los alcohólicos).

El conocimiento sobre los aspectos sociológicos y epidemiológicos de la adicción es muy escaso. Suele haber ciclos de abuso de sedantes y estimulantes. Por ello no sería extraño que a la actual epidemia de cocaína le siguiera otra fase de heroína / sedantes. De la historia reciente (último siglo) no hemos logrado aprender una base científica adecuada que nos sirva para hacer frente al abuso de drogas. Hemos asistido a una ola tras otra de nuevos sedantes reputados al inicio como *no adictivos*. Al principio de cada epidemia de psicoestimulantes, los profesionales sanitarios, sociólogos y consumidores creían que estos productos eran inofensivos y útiles. No hace más de 10 años se afirmaba esto sobre la cocaína, lo mismo que se pensaba sobre las anfetaminas en los años cincuenta, cuando se podían adquirir sin receta.

Nuestra incapacidad de aprender de la historia se debe a que nos falta el marco conceptual adecuado. Se requieren estudios a largo plazo que permitan diferenciar los estudios del desarrollo de la adicción para comprender la relación existente entre las distintas fases del síndrome y sus mecanismos subyacentes: entre la farmacodinamia, la dosificación y las vías de administración. Ello permitiría, por ejemplo, comprender la dinámica de la transición del uso esporádico inicial de dosis moderadas de cocaína a su abuso incontrolado más adelante. Todavía no podemos predecir quién, y por qué, sucumbirá a la drogadicción; he aquí dos importantes problemas que no se han considerado suficientemente, el de las diferencias individuales y el de los factores de riesgo en el nivel psicobiológico. Es preciso recordar que una determinada conducta, tipología o personalidad es el resultado en gran parte de un determinado estado de un sistema nervioso actuando en un entorno dado. Tal estado funcional del cerebro se ha adquirido a lo largo de toda la vida, incluido el período prenatal, durante el que han ocurrido diversos acontecimientos, entre ellos las situaciones estresantes, que han dejado su huella. Ello se puede manifestar en varias circunstancias, especialmente cuando amenazan el mantenimiento del estado homeostático adecuado.

FACTORES DEL ENTORNO

En alguna medida, factores del entorno social, como los períodos de depresión moral y económica, así como los acontecimientos lesivos que ocurren en la vida del individuo pueden suponer estímulos incapaces de afrontar para el cerebro. Pueden de este modo precipitar la aparición de síndromes psicopatológicos y de conductas consumatorias (de comida o bebida, por ejemplo) y de toma de drogas, sean recetadas o de la calle. Estas conductas tienen un papel de autoterapia y suponen una respuesta a un desequilibrio previo, a una confusa pero apremiante necesidad del organismo.

Para poder identificar a los individuos más propensos que otros a la drogadicción, se está intentando definir una tipología humana, tipificando sus rasgos psicológicos y biológicos característicos. Hay en marcha varias investigaciones en esta dirección, habiéndose encontrado correlaciones entre varios parámetros endocrinológicos, neurobiológicos y psicológicos frecuentes en las personalidades de mayor riesgo. Estas serían las llamadas *buscadoras de sensaciones (sensation seeker)*, pudiendo ser congénitas o adquiridas. Se caracterizan por la búsqueda permanente de nuevas sensaciones, desde situaciones peligrosas hasta juegos de azar. Tales estudios están comenzando a aportar nuevos marcos conceptuales: se ha dicho que la drogadicción existe porque hay drogas. Pero si éstas no existiesen con anterioridad, los seres humanos las habrían inventado, o desarrollado comportamientos para responder a necesidades profundas, para *autocurarse*. La búsqueda de sensaciones es una respuesta necesaria a algunos estados, aún no definidos, que son los que convierten a un sujeto en adicto. Por ello existen drogas legales, como el tabaco, el alcohol y una larga lista de medicamentos a la espera de adquirir la consideración de *drogas*.

** Catedrático y director de la Unidad de Psicobiología de los Comportamientos Adaptativos en la Universidad de Burdeos II (Francia).*

Desarrollo sin conocimiento, conocimiento sin desarrollo

EL VALOR DE LO PERDIDO

*Por Augusto Pérez Lindo**

Se presume a menudo que el conocimiento tiene poco valor en la Argentina. Sobran motivos para justificar esta sospecha. En la vida cotidiana, en el funcionamiento del Estado o de las empresas privadas, en la Universidad, en la literatura popular o en el tango, podemos encontrar múltiples testimonios que confirman el rechazo al conocimiento. Junto con otros analistas y observadores de la sociedad argentina, nosotros venimos sosteniendo que ésta es una clave del fracaso del país.

Diversos economistas extranjeros se plantearon a título de paradoja que hay dos enigmas en la economía contemporánea: el primero, cómo hizo Japón para volverse rico. El segundo: cómo hizo la Argentina para volverse pobre. Aparte de otras explicaciones que hacen a la historia de los dos países, creemos que la valorización o el rechazo al rechazo al conocimiento tiene mucho que ver en la resolución de esta paradoja. Japón, como todos saben, se impuso como un mandato histórico, desde 1872, la conquista del poder a través del dominio de la ciencia y la técnica, mientras que en la Argentina jamás existió una apuesta semejante. Por distintas razones, el conocimiento no fue para nuestra clase dirigente ni un instrumento de poder ni un agente de desarrollo.

Esto ha dado lugar a diversas interpretaciones. Para algunos fue el modelo de economía dependiente adoptado desde fines del siglo XIX por la oligarquía liberal la causa del desinterés por el desarrollo de la ciencia y la tecnología nacionales. Para otros, fue el establecimiento de un Estado prebendista y clientelístico lo que inhibió la búsqueda de la eficiencia a través del conocimiento científico y técnico. Un análisis histórico de *longue durée* muestra, por su parte, que desde la época colonial hasta nuestros días la sociedad argentina muestra un constante rechazo a la aplicación de los conocimientos científicos para resolver sus problemas y para lograr el desarrollo.

Diversos estudios han mostrado que desde 1960 en adelante el país tenía una dotación muy amplia de recursos humanos formados por el sistema educativo. Pero la sociedad no sabía bien qué hacer con ellos. En la industria, en el agro o en el Estado, el empleo de científicos, profesionales y técnicos es muy bajo, comparado con Italia, Francia, EE.UU., Gran Bretaña y otros países. Entretanto, miles de graduados universitarios están desempleados o subocupados. Cerca de 100.000 técnicos, profesionales y científicos emigraron al extranjero. Con lo cual nuestra inversión educativa parece haber servido, entre otras cosas, para ayudar indirectamente a países desarrollados con nuestros recursos humanos.

Una de las consecuencias evidentes del desaprovechamiento de nuestro potencial científico y técnico es la ineficiencia de todos los sectores de la economía y del Estado. Hay que subrayar esto porque algunos atribuyen exclusivamente al Estado la ineficiencia. La baja productividad del agro y de la industria argentina está ligada a la escasa utilización de recursos científicos y técnicos.

El país tuvo situaciones ventajosas a principios de siglo y en los años '40, pero no supo aprovecharlas porque no contó con un modelo de desarrollo que privilegiara el aprovechamiento intensivo de los recursos de la educación, la ciencia y la tecnología. Los empresarios confiaron más en las prebendas, en la especulación financiera o en los manejos de la tasa de cambio que en la creación de una economía eficiente fundada en la racionalidad técnica y científica. Por su parte, los dirigentes políticos tampoco vieron el problema porque contaban con las ventajas de un Estado benefactor, clientelístico y a veces mafioso.

¿Estamos ahora superando estos mecanismos que nos llevaron al subdesarrollo? Podríamos limitar la pregunta al problema que está en discusión: ¿tiene futuro el actual modelo económico-social sin la valorización del conocimiento? La respuesta parece obviamente negativa si comparamos lo que sucede en el país con la experiencia internacional. En la Argentina el derrumbe del sistema educativo es colosal, las universidades marchan a la deriva, las inversiones en ciencia y técnica son irrisorias. Entretanto, no sólo los países avanzados (como Japón, EE.UU. o la Comunidad Europea) incrementan su interés por las inversiones educativas, científicas y tecnológicas. También lo hacen países vecinos como Chile o Brasil, cuyas bibliotecas y sistemas de información científica nos llevan una década de adelanto.

Todo parece indicar que, una vez más, los programas y proyectos económicos omiten el "factor C" (o sea, el conocimiento) como elemento esencial del crecimiento. Ahora bien, ocurre que durante el período de las ventajas naturales comparativas (donde se privilegió el modelo agroexportador) o durante el período de industrialización tardía (de 1945 en adelante) todavía se podía pensar en un proyecto de acumulación sin mucho conocimiento. Actualmente, esto es imposible.

Si el "desarrollo sin conocimiento" es inviable, ¿adónde estamos yendo? No lo sabríamos decir y no se encuentran muchas personas que hayan dado respuesta a la cuestión. Lo que sí podemos predecir, teniendo en cuenta nuestra historia y la experiencia de los países avanzados, es que por este camino tenemos todas las posibilidades de reproducir el subdesarrollo. Aunque algunas variables económicas nos pueden inducir a creer lo contrario.

Michael Porter, en *Las ventajas competitivas de las naciones*, dice que lo que asegura el éxito de un país o de las empresas no es tanto la dotación de los factores (capital, recursos humanos, recursos naturales, etcétera) sino el despliegue de los mismos. Es lo que nosotros denominamos el "modo de articulación" de los factores económicos y de los factores intelectuales del desarrollo.

Para revertir nuestro proceso de subdesarrollo necesitamos tener un proyecto histórico donde el conocimiento sea valorizado como un agente estratégico no sólo para la acumulación económica sino también para el funcionamiento de la sociedad y el Estado. Una consecuencia inmediata de esta nueva perspectiva sería la elaboración de estrategias que permitan articular los sectores económicos y sociales con los agentes educativos, científicos y técnicos. Todo esto implica superar el economicismo, el clientelismo político, el voluntarismo ideológico y el corporativismo. O sea, abandonar los modelos que nos llevaron al fracaso.

Mientras no se revaloricen la educación, el conocimiento científico y la creatividad tecnológica, no vemos cómo puede haber un proyecto de desarrollo. El modelo economicista actual carece de estos atributos y por lo tanto podemos sospechar que el país no tiene futuro con este esquema. No porque lo digamos nosotros, por supuesto, sino porque lo podemos leer en la experiencia internacional.

¿Qué pueden hacer las universidades en todo esto? Muchos dicen que el ahogo presupuestario y la miseria de los salarios no permiten esperar gran cosa. La comunidad universitaria está desmoralizada y desmovilizada. Los salarios de los profesores apenas si alcanzan el nivel de los grados inferiores de las Fuerzas Armadas. Los empleados en promedio ganan 200-300 pesos por mes. Las bibliotecas hace años que no se renuevan, por falta de fondos. En fin, la situación es catastrófica: ¿Qué se puede hacer en estas condiciones?

Obviamente, la variable presupuestaria depende de las políticas gubernamentales lo mismo que la cuestión salarial. Adoptar una estrategia para valorizar las universidades depende, como hemos señalado, del modelo de desarrollo. Para un país subdesarrollado ya sobran universitarios y universidades. Sólo si adoptamos un modelo de acumulación diferente se puede asegurar el futuro a los graduados y mejorar la situación de las universidades nacionales.

También hay aspectos que conciernen estrictamente a los dirigentes universitarios. La atomización institucional es muy grande en todo el sistema. Las universidades nacionales han sido incapaces de dotarse de una coordinación eficaz y de mecanismos de planificación y gestión estratégica. Por esta razón son tan vulnerables y tan impotentes para promover cambios.

Junto con la atomización institucional se ha incrementado el corporativismo de los claustros y el clientelismo político. En una dinámica de permanente negociación y transacción política, se pierden de vista las estrategias académicas y las políticas de conocimiento. La desvalorización del conocimiento comienza a veces en las mismas instituciones que debieran privilegiarlo. Este es un síntoma muy negativo porque inhibe las potencialidades de las universidades nacionales (que son las principales productoras de conocimiento científico del país).

La impotencia o la desorganización de las universidades nacionales no hace más que reforzar la desvalorización del conocimiento que se manifiesta en la sociedad y en la economía. Por lo tanto, parece claro que las universidades tienen que privilegiar las políticas de conocimiento por encima del internismo corporativista o político. De lo contrario, contribuirán aún más a la desarticulación entre los factores económicos y los factores intelectuales del desarrollo. Con lo cual tendremos al mismo tiempo un desarrollo sin conocimiento (o sea, el subdesarrollo) y un conocimiento sin desarrollo (o sea, ineficaz).

** Profesor titular de Filosofía en el Ciclo Básico de la UBA; autor de* Universidad, política y sociedad *(1985) y de* La batalla de la inteligencia *(1989). Este texto es una ponencia en una mesa redonda llevada a cabo durante la última Feria del Libro bajo la consigna: "¿Qué valor tiene el conocimiento en la Argentina?" de la que participaron también Cecilia Braslavsky, Guillermo Obiol y Gregorio Klimovsky.*

Fuentes naturales de radiación

POTASIO COSMICO

Por Sergio A. Lozano

Aunque los episodios de Hiroshima y Nagasaki pusieron a la radiactividad en el tapete a mediados de siglo, los bombardeos radiactivos tienen una historia mucho más antigua. Menos destructivos claro, pero más persistentes sin duda, los rayos cósmicos constituidos principalmente por protones y electrones bombardearon la Tierra durante toda la historia de la vida en el planeta. Una estrella se destruye a sí misma a miles de años luz de distancia y la radiación emitida viajará durante millones de años hasta que por puro accidente —y ya filtrada adecuadamente por la atmósfera—, algunos rayos cósmicos chocarán con la Tierra. Las páginas de la vida se escribieron bajo la pluma de esta radiación.

"Las más importantes fuentes naturales de radiación son las estrellas y los núcleos radiactivos generados durante la conformación del sistema solar, en particular los que participan de la composición del suelo", explican las investigadoras María Brandan y Patricia Ostrosky-Wegmen en un trabajo que publicará *Ciencia Hoy* en su próximo número. "Estos núcleos radiactivos convierten en fuentes de radiación a algunos de los alimentos que consumimos y a los propios materiales utilizados en la construcción de nuestras viviendas." El llamado potasio-40 es el mejor ejemplo de la radiactividad metido en la vida diaria. El potasio es un constituyente esencial de la dieta y el 0,01 por ciento del potasio ingerido es radiactivo. La conclusión es simple: dado que la radiación emitida por el potasio-40 es muy penetrante, todos los mortales son hoy pequeñas fuentes radiactivas vivientes.

"En los últimos años ha crecido enormemente el interés por el radón, uno de los elementos radiactivos de la serie de decaimiento del uranio", señalan Brandan y Ostrosky-Wegman en su trabajo. "La acumulación de radón en el aire de una habitación resulta favorecida cuando el cuarto no se ventila convenientemente: los niveles de dosis más altos se han encontrado en casas con escasa ventilación. Estas situaciones son típicas de países desarrollados con climas extremos, pues utilizan sistemas de calefacción y de aire acondicionado que impiden la renovación del aire. Según se cree, el radón ingresaría a través de las grietas en el sótano y de tuberías ubicadas en contacto con el suelo."

Las primeras observaciones sobre los efectos biológicos de la radiación las sufrieron los pioneros en el campo de la radiología. Enterados del descubrimiento de los rayos X realizado por Roentgen en 1895, estos audaces se pusieron a jugar con el chiche nuevo sin ser conscientes del riesgo que implicaba. Así fue como muchos perdieron el cabello, sufrieron quemaduras en las manos o presentaron severas anemias.

Claro que existe una diferencia notable entre lo que puede ocasionar una sobredosis de radiación como la ocurrida en el accidente de Chernobyl o los bombardeos de Hiroshima y Nagasaki a lo que puede representar la exposición a dosis bajas de radiación ionizante durante largos períodos. En este último caso, estimar los riesgos es sumamente difícil y los signos de interrogación continúan hoy abiertos. Pero el progreso tecnológico genera una y otras situaciones: desde la energía nuclear con fines bélicos y pacíficos hasta la aplicación de rayos X en medicina. Tan sólo una radiografía de tórax equivale a unos veinte días de radiación natural y una mamografía alarga la cuenta a los seis meses. La creciente utilización de radiación ionizante en diversas especialidades lleva a que médicos, técnicos radiólogos, físicos nucleares, laboratoristas entre otros queden expuestos a fuentes pequeñas pero permanentes durante largos períodos de sus vidas. Y hasta los rayos cósmicos se transformaron en un problema más: a diez mil metros de altura el efecto protector de la atmósfera se esfuma y un viaje de diez horas en jet lleva a que los pasajeros —y por supuesto, los tripulantes con mucho más frecuencia— reciban en ese corto tiempo la radiación natural que hubieran absorbido en seis días con los pies en la Tierra.